

(51)

Int. Cl.:

B 01 d

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



(52)

Deutsche Kl.:

12 d, 2



(10)

(11)

(21)

(22)

(43)

Offenlegungsschrift 1611 096

Aktenzeichen: P 16 11 096.6 (H 64913)

Anmeldetag: 29. Dezember 1967

Offenlegungstag: 24. September 1970

Ausstellungspriorität: —

(30)

Unionspriorität

(32)

Datum:

4. Januar 1967

31. Juli 1967

(33)

Land:

Australien

(31)

Aktenzeichen:

16113

25270

(54)

Bezeichnung:

Aufströmfilter

(61)

Zusatz zu:

—

(62)

Ausscheidung aus:

—

(71)

Anmelder:

Harding, Victor John George, Paddington, New South Wales
(Australien)

Vertreter:

Heinrich, Dipl.-Ing. H., Patentanwalt, 5300 Bonn

(72)

Als Erfinder benannt:

Erfinder ist der Anmelder

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): 4. 9. 1969

ORIGINAL INSPECTED

Aufströmfilter

Die Erfindung betrifft einen Aufströmfilter, bestehend aus einem Behälter mit einem darin befindlichen, aus körnigen Partikeln bestehenden Filterbett, dem das zu filternde Medium in der Richtung von unten nach oben mit einem derartigen Druck und einer derartigen Geschwindigkeit zugeleitet wird, daß die Filterpartikel in einen flüssigkeitsähnlichen Zustand versetzt werden.

Die üblichen Filter gehören zum sog. Abstromtyp. bei welchem die Feststoffe enthaltende Flüssigkeit auf die obere Fläche eines Bettes aus Filterstoffen aufgegeben wird, durch das Bett nach unten fließt und von dort als gefiltertes Produkt abgeführt wird.

Der herausfiltrierte Rückstand wird teilweise im Filterbett zurückgehalten, teilweise bleibt er oben auf diesem als sog. Filterkuchen liegen.

Angehäuften Rückstände verstopfen gelegentlich das Filterbett zum Teil und müssen dann entfernt werden. Dies erfolgt gewöhnlich durch Auswaschen des Bettes. Das Auswaschen geschieht derart, daß das Einströmen der Rohflüssigkeit unterbunden und der Auslaß für die gereinigte Flüssigkeit geschlossen wird. Dann wird etwas von der vorher erhaltenen gereinigten Flüssigkeit unter genügendem Druck in den Filter unterhalb des Filterbettes eingebracht, so daß sie nach oben steigt durch das Bett, und zwar in solcher Menge, daß diese ^{sich} nach oben zu einem flüssigkeitsähnlichen Zustand ausdehnt. Die gereinigte Flüssigkeit, die durch dieses flüssigkeitsähnliche Bett strömt, macht die festgehaltenen Rückstände frei und drängt sie und den darüberliegenden Filterkuchen weg zum Abraum. Der Auswaschvorgang wird so lange fortgesetzt, bis das Bett rein genug ist, um die Wiederaufnahme

009839/0484

BAD ORIGINAL

1611096

des Filtervorganges zu gestatten, worauf das Auswaschen unterbrochen, der Auslaß für die reine Flüssigkeit geöffnet und wieder rohe Flüssigkeit auf das Filterbett gegeben werden kann.

Das vorbeschriebene Auswaschen muß sehr sorgfältig durchgeführt werden. Wenn der Zustrom der Auswaschflüssigkeit anfänglich zu hoch ist, kann der oben liegende Filterkuchen durch das sich ausdehnende Bett der Flüssigkeitspartikel zu Klumpen gebrochen werden, und etwas von dem Kuchen, der häufig ein höheres spezifisches Gewicht als das flüssigkeitsähnliche Bett aufweist, kann auf den Boden des Bettes sinken. In solchen Fällen können die Stücke des Kuchens nur durch kostspielige mechanische Hilfsmittel herausgeschafft werden, und wenn sie nicht entfernt werden, gelangen sie in die ausströmende reine Flüssigkeit und verunreinigen sie. Während des Rückwaschverfahrens werden die Partikel des Filtermediums, die gewöhnlich ein sehr einheitliches spez. Gew. besitzen, hydraulisch klassifiziert, d.h. die kleineren Partikel steigen im Bett nach oben und die grösseren fallen nach unten, wobei die Partikelgröße von oben nach unten zunimmt.

Wenn der Zustrom der Auswaschflüssigkeit unterbrochen wird, sinkt das Bett in seinen verdichteten Zustand zurück, und die Abstufung der Partikelgröße bleibt im wesentlichen erhalten. Wenn der Filtervorgang wieder aufgenommen wird, trifft die eintretende rohe Flüssigkeit zuerst auf die feinkörnigen oberen Schichten des Bettes, das dann schnell verstopft wird.

Grobe Teilchen stauen sich dann oben auf dem Bett und bilden den Filterkuchen. Die Filtriergeschwindigkeit nimmt somit rasch ab, so daß ein neuerliches Auswaschen erforderlich wird, ehe die unteren Teile des Filterbettes eine nennenswerte Menge Rückstände gesammelt haben.

Es ist anzunehmen, daß ein Bett mit hydraulisch klassifizierten Partikeln, wie oben beschrieben, über längere Zeit wirksam wäre, wenn die rohe Flüssigkeit durch das Bett nach oben geleitet würde,

009839/0484

BAD ORIGINAL

so daß die gesamte Porenkapazität des Bettes für die Aufnahme von Rückständen ausgenutzt werden könnte, ehe eine neue Auswaschung erforderlich wird. Jedoch sind Filter mit Aufwärtsströmung bisher nicht anwendbar, weil der Flüssigkeitszufluß auf einen geringen Wert reduziert werden muß. Anderenfalls würde das Filterbett in einen flüssigkeitsähnlichen Zustand übergeführt und seine Funktion als Filter allmählich verlieren, da die das Filterbett bildenden Körner mit der Zeit herausgeschwemmt würden.

Die Erfindung sieht demgegenüber einen wirkungsvollen Aufstromfilter vor, in welchem auch beim Rückwaschen die erwünschte Druckflüssigkeits- oder hydraulische Klassifizierung der Filtermediumpartikel aufrechterhalten werden kann.

Erfindungsgemäß kennzeichnet sich ein wie eingangs erläuteter Aufströmfilter durch mindestens ein oberhalb des Filterbettes vorgesehenes Haltesieb, oberhalb dessen sich der Auslaß für das von den abzufiltrierenden Stoffen getrennte Medium befindet.

Erfindungsgemäße Filter funktionieren wie folgt: Während des normalen Filtervorganges wird die rohe Flüssigkeit unter solchem Druck und mit solcher Geschwindigkeit zugeführt, daß sie das Bett anhebt und es fest gegen die Unterseite des Haltesiebes drückt, während beim Auswaschen der Zustrom an Rohflüssigkeit unterbunden wird, so daß das Bett herabfällt und sich auflöst, worauf es in üblicher Weise gewaschen und die Abfallflüssigkeit durch den dafür vorgesehenen Auslaß abgeführt werden kann.

Zwei Ausführungsformen und weitere Einzelheiten der Erfindung gehen aus der anliegenden Zeichnung beispielsweise und schematisch hervor.

Fig. 1 ist eine schematische Querschnittsdarstellung eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsfilters, gezeigt während eines Auswaschvorganges.

009839/0484

BAD ORIGINAL

Fig. 2 gibt eine ähnliche Ansicht des gleichen Filters wie Fig. 1 wieder, und zwar während des Filterns.

Fig. 3 zeigt in ähnlicher Ansicht wie Fig. 1 eine andere Ausführungsform der Erfindung während des Filterns.

Der durch die Figuren 1 und 2 dargestellte Filter umfaßt einen Behälter 1 mit einem ventilgeregelten Rohflüssigkeitseinlaß R, einem ventilgeregelten Einlaß W für die Waschflüssigkeit, einem ventilgeregelten Anlaß F für die gereinigte Flüssigkeit und einem ebenfalls ventilgeregelten Auslaß W' für die Abfallflüssigkeit.

Eine Charge aus einem Filtermedium in Partikelform wird in einer dafür im Behälter 1 vorgesehenen Kammer untergebracht, und zwar in dem Raum innerhalb desselben, der zwischen dem unteren Stützsieb 3 und dem oberen Haltesieb 2 liegt. Diese Charge ist unterschiedlich mit A, B und C bezeichnet, je nach ihrem physikalischen Zustand zum jeweiligen Zeitpunkt.

Der Ausdruck "Sieb", wie er hier gebracht wird, soll irgendeine poröse oder durchlöchernte Sperre bezeichnen, welche die Partikel des Filterbetts nicht passieren können, während die zu filternde Flüssigkeit frei hindurchströmen kann. Solche Siebe sind an sich bekannt und können beispielsweise aus Textil- oder Metallgewebe, gesinterten porösen Feststoffen, willkürlich angeordneten Faserschichten oder Gefügen bzw. Partikeln von geeigneter Größe und spezifischem Gewicht bestehen.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, wird während des Rückwaschens eine Säule A aus den Filterpartikeln in flüssigkeitsähnlichem Zustand durch aufwärtsströmende Waschflüssigkeit gehalten, die durch den dafür vorgesehenen Einlaß W eintritt, das Stützsieb 3 und dann die Säule A passiert, worauf sie durch das Regelventil 4 und den Auslaß W' für die unreine Flüssigkeit austritt.

In der Praxis mißt die fluidisierte Partikelsäule A etwa das eineinhalbfache der Höhe H des ruhenden Partikelbetts, wie auch

009839/0484

BAD ORIGINAL

Fig. 1 und 2 zeigen, d.h. des Bettes, das sich durch die Schwerkraft auf dem Stützsieb 3 bilden würde, wenn die gesamte Flüssigkeitsströmung gestoppt würde.

Nach Durchführung des Waschvorganges können der Einlaß W für die Waschflüssigkeit und das Ventil 4 geschlossen werden, worauf der Einlaß R für die Rohflüssigkeit und der Auslaß F für die reine Flüssigkeit geöffnet werden können. Die rohe Flüssigkeit kann dann mit genügend Fließgeschwindigkeit und Druck in den Raum unterhalb des Stützsiebes 3 eintreten, um das Partikelbett A zu heben, bis es das Haltesieb 2 trifft, worauf die Partikel rasch nach unten drücken, bis eine Stufe erreicht ist, in welcher die Geschwindigkeit der Aufwärtsströmung durch den Widerstand des suspendierten zusammengedrückten Bettes so sehr reduziert wird, daß keine Partikel mehr gehoben und in das Bett hineinge-
preßt werden. Die übrigen Partikel bleiben in flüssigkeitsähnlichem Zustand in einer Säule, die sich nach unten bis zum unteren Stützsieb 3 erstreckt. Diese Situation ist in Fig. 2 veranschaulicht, wo das suspendierte arbeitende Bett mit B bezeichnet ist, während die übrigen Partikel die Bezeichnung C tragen, und man sieht, daß dazwischen eine Zone liegt, die relativ frei von Partikeln ist.

Da das Filterbett B abzufiltrierende Stoffe ansammelt, nimmt die Strömungsgeschwindigkeit ab (vorausgesetzt, daß Rohflüssigkeit unter konstantem Druck zugeführt wird), und die Höhe der verflüssigten Partikelsäule C nimmt stufenweise ab. In der Tat zeigt die Höhe der Säule C recht genau zu jeder Zeit die Strömungsgeschwindigkeit an und bildet ein sicheres Anzeichen für das Notwendigwerden der Rückwaschung. Bei automatisch betriebenen erfindungsgemäßen Filtern kann ein optisch oder anderweitig betätigtes Meßinstrument verwendet werden, das auf die Höhe der Partikelsäule C anspricht, um die Häufigkeit der Rückwaschungen zu regeln.

000839/0484

BAD ORIGINAL

Die Tatsache, daß das Filterbett zwangsläufig in der Aufwärtsrichtung angehalten wird, ermöglicht die Anwendung von relativ hohem Druck in der zufließenden Rohflüssigkeit. Wenn beispielsweise Wasser gefiltert wird und das Filtermedium Sand ist, so kann ein Druck von ungefähr 1,4 at angewandt werden, um eine anfängliche Filtriergeschwindigkeit von 12 gpm/sq.ft/min bis 28 gpm/sq.ft/min der Querschnittsfläche des Filterbettes je nach der Größe der Sandpartikel zu erreichen.

Wenn der Flüssigkeitszufluß unterbunden wird, verliert das schwebende Bett seine tragende Kraft und beginnt sich zu zersetzen, und zwar vom Boden nach oben, zuerst langsam, dann mit zunehmender Geschwindigkeit, bis der verbleibende Teil in sich zusammenfällt und mit großer Turbulenz absinkt unter Zurücklassung eines großen Teiles des aufgenommenen Rückstandes. Wird dann der Druck wieder hergestellt, so steigt das ganze Filterbett wieder nach oben und wirkt wie ein Kolben, der die rückstandhaltige Flüssigkeit austreibt. Ein erneutes Fallen des Bettes läßt eine weitere Menge Rückstand zurück, und bei Wasser wurde gefunden, daß 8 bis 10 Arbeitsgänge ausreichen, um ein Sandbett völlig für einen neuen Einsatz zu reinigen. Diese Art des auf und ab gerichteten Zyklus kann daher für das Rückwaschen benutzt werden. Alternativ kann nach einem ersten Senken des Bettes Waschflüssigkeit mit solcher Geschwindigkeit aufgegeben werden, um das Bett bis zum wirksamen Maximum von etwa $1 \frac{1}{2}$ mal seiner Höhe im Ruhezustand zu expandieren (siehe Fig. 1), und diese Geschwindigkeit kann beibehalten werden, bis das Bett für den nächsten Prozeß rein genug ist, genau wie es bei einem normalen Abstromfilter geschieht.

Fig. 3 zeigt eine andere Ausführungsform der Erfindung, wobei auf das untere Stützsieb verzichtet wurde und die rohe und die Waschflüssigkeit nach unten bis nahe an den Boden des Behälters geführt werden. In der Praxis sind geeignete Hilfsmittel vorgesehen, um die Aufströmgeschwindigkeit über den gesamten Bereich der aufströmenden Flüssigkeit zu egalisieren.

009839/0484

BAD ORIGINAL

Bei dieser Form ergibt sich eine geringere Gesamthöhe des Behältergefäßes im Vergleich zu ähnlichen Filtern gemäß den Figuren 1 und 2.

Bei Versuchen, die zu der Erfindung führten, wurde ein Modell gebaut, das aus ^{aus Polymethylmethacrylat} einem Rohr von 0,15 m Durchmesser und 1,5 m Höhe bestand, mit oberen und unteren Sieben von 80 Maschenweite. Mit einer ruhenden Sandsäule von ca. 1 m Höhe und einem Eintrittsdruck von ca. 1,4 at in zufließendem ungereinigtem Wasser wurde folgerichtig eine Filterbettdicke von ca. 60 cm erreicht, und die Durchsatzresultate waren wie oben erwähnt.

Wenn das Filtern fortgesetzt wird, bis das Filterbett stark mit Rückständen versetzt ist, bleibt das Bett in der Schwebe, auch wenn die Wasserzufuhr unterbunden wird. Dies beruht auf einer kittenden Wirkung der abfiltrierten Partikel, die in Zusammenwirken mit dem Arbeitsdruck zu einer Aufwölbung des Bettes zwischen den umgebenden Wänden des engen Filters führt. Eine gewisse Aufwölbwirkung bei beladenem Bett läßt sich in Filterbetten erwarten, bei denen der Abstand zwischen den Wänden kleiner oder nur wenig größer als die Tiefe des Filterbetts ist. Man kann daher bei Behältern, in denen mit Aufwölbung gerechnet werden muß, dieses Bestreben dadurch verhindern, daß man eine oder mehrere Flüssigkeitsdüsen innerhalb des Bettes vorsieht oder an einem oder mehreren Punkten an der Peripherie des Behälters, durch welche Flüssigkeitsstrahlen in das Bett geleitet werden, wodurch alle Aufwölbungen im Bett zerstört werden und die Zersetzung des letzteren vor Beginn der Auswaschung eingeleitet wird.

Die Flüssigkeitsstrahlen können auch während des Auswaschens aufrechterhalten werden, um eine stärkere Durchwirbelung der Partikel und damit eine raschere Reinigung zu erzielen. Die Strahlen können auch in ihrem Volumen so proportioniert sein, daß durch sie die gesamte Auswaschflüssigkeit zugeführt wird, in welchem Fall nur die Rohflüssigkeit in der in Fig. 3 gezeigten Art zum Boden des Behälters geleitet wird.

009839/0484

BAD ORIGINAL

Wenn einer oder mehrere Flüssigkeitsstrahlen eingesetzt werden, um jede in einem rückstandhaltigen Bett vorhandene Aufwölbung zu zerstören, ist es erforderlich, ein eigenes Auslaßventil für die so eingespritzte Flüssigkeit vorzusehen, da der Abflauß auslaß bei der Vorbereitung des Rückwaschens geschlossen wird, ebenso das Ventil 4 und das Einströmventil R, während das Hauptventil für die Waschflüssigkeit bei W noch nicht offen ist.

Ein regelbarer Hilfsauslaß kann zu diesem Zweck unterhalb des unteren Siebes angeordnet sein, wie bei 5 in den Figuren 1 und 2 und bei 6 in Fig. 3 gezeigt. Im letzteren Falle kann die Öffnung in der Behälterwand mit einem geeigneten Sieb versehen sein, um den Austritt irgendwelcher Bettpartikel zu verhindern.

Es sei besonders darauf hingewiesen, daß die Anwendung hohen Druckes beim erfindungsgemäßen Arbeiten nicht obligatorisch ist. Wenn sich das Bett einmal gebildet hat, kann der Druck auf $1\frac{1}{2}$ oder 2 lb/sq.in. (je nach der Partikelgröße des Bettes) reduziert und die Filtrierung bei diesem oder einem beliebigen höheren Druck fortgesetzt werden.

Der Fachmann kann erkennen, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung im Gebrauch nicht auf die Filtrierung flüssiger Medien wie Wasser, Petroleum, Getränke, Industrielösungen u. dgl. beschränkt ist, sondern auch zur Filtrierung strömender Gase wie Luft verwendet werden kann, so lange die einzelnen das Bett bildenden Partikel ein solches spez. Gewicht und eine derartige Größe aufweisen, daß sie im aufwärts gerichteten Strom eines Gases fluidisiert und nachher gegen das obere Haltesieb gepreßt werden können, um ein Filterbett geeigneter Dicke zu bilden, unter der Voraussetzung, daß das einströmende Gas keine klebenden Beimengungen aufweist, die die Bettpartikel zusammenbacken und deren Auseinanderfallen und Absinken zum Zwecke der Reinigung verhindern würden. So können z.B. Staubpartikel in trockener Luft oder einem trockenen Gas durch ein Bett aus Sägespänen geeigneter Größe, leichten Kunststoffen oder dergleichen gefiltert werden.

009839/0484

BAD ORIGINAL

Wenn eine besonders schnelle Reinigung des Filterbettes erforderlich ist, können Schall- oder Ultraschallschwingungen verwendet werden, die mit Hilfe eines im Inneren der verflüssigten Säule oder in einer oder mehreren der Behälterwände untergebrachten Umwandlungsgerätes oder von Umwandlern in die fluidisierten Bettpartikel eingeführt werden. Solche Umwandler können von der bekannten Art sein, wie sie für die Reinigung von Gegenständen durch Eintauchen in eine Flüssigkeit verwendet werden, in welcher Schall- oder Ultraschallschwingungen erzeugt werden.

Es können auch ein oder mehrere Strahlen der Waschflüssigkeit oder eines komprimierten Gases wie z.B. Luft zugeführt werden, um während des Waschvorganges eine hohe Turbulenz in der Flüssigkeitssäule hervorzurufen.

Um während des Waschvorganges jede Verunreinigung des oberen Haltesiebes durch schmutzige Waschflüssigkeit zu verhindern, können Spülmittel eingesetzt werden, welche zusätzlich ein Abwärtsströmen der gereinigten Flüssigkeit durch das Haltesieb während des Waschvorganges ermöglichen.

Die Ausdrücke "Kammer" und "Behälter" sind hier in weitem Sinn zu verstehen. In den Zeichnungen ist ein Behälter als geschlossenes Gefäß mit verschiedenen Flüssigkeitsein- und -auslässen in Form von ventilgeregelten Rohren dargestellt, aber in erfindungsgemäßen Filtern von größerem Maßstab, wie sie bei der Trinkwasserfiltrierung in Städten oder dergleichen verwendet werden, hat jeder Behälter die Form eines oben offenen Reservoirs, von welchem das filtrierte Wasser durch Überlauf-Entwässerungsanlagen oder dergleichen herabströmt, und jede Filtermedium enthaltende Kammer kann durch den unteren Teil des Reservoirs unterhalb eines darin angebrachten Haltesiebes gebildet werden.

009839/0484

BAD ORIGINAL

P a t e n t a n s p r ü c h e

- 1) AuströmfILTER, bestehend aus einem Behälter mit einem darin befindlichen, aus körnigen Partikeln bestehenden Filterbett, dem das zu filternde Medium in der Richtung von unten nach oben mit einem derartigen Druck und einer derartigen Geschwindigkeit zugeleitet wird, daß die Filterpartikel in einen flüssigkeitsähnlichen Zustand versetzt werden, gekennzeichnet durch mindestens ein oberhalb des Filterbettes (A, B, C) vorgesehenes Haltesieb (2), oberhalb dessen sich der Auslaß (F) für das von den abzufiltrierenden Stoffen getrennte Medium befindet.
- 2) Filter nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein zusätzliches, unterhalb des Filterbettes (A, B, C) angeordnetes Stützsieb (3).
- 3) Filter nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zutrittsleitung (R) für das zu filtrierende Medium unterhalb des Stützsiebes (3) mündet.
- 4) Filter nach den Ansprüchen 1 und 2 - 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zutrittsleitung (R) für das zu filternde Medium im Filterinneren abwärts gegen den Boden geführt ist.
- 5) Filter nach den Ansprüchen 1 - 4, gekennzeichnet durch wenigstens eine Flüssigkeitsdüse zur Zuleitung eines Flüssigkeitsstrahles zum Aufbrechen oder Umrühren des fluidisierten Filterbettes.
- 6) Filter nach den Ansprüchen 1 - 5, gekennzeichnet durch eine regelbare Austrittsöffnung (5, 6) für zur Zerstörung des fluidisierten Bettes eingeführte Hilfsflüssigkeit.

009839/0484

BAD ORIGINAL

- 7) Filter nach den Ansprüchen 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Siebe (2, 3) aus einem Textilfaser-, Kunststoff- oder Metallgewebe, einem gesinterten, porösen Feststoffkörper oder dergleichen besteht.
- 8) Filter nach den Ansprüchen 1 - 7, gekennzeichnet durch eine Einrichtung für die Einbringung von Schall- oder Ultraschall-schwingungen in den Inhalt des Behälters.
- 9) Verfahren zum Betrieb des Filters nach den Ansprüchen 1 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß auch die Rückwaschung des mit abfiltrierten Stoffen durchsetzten Filterbettes mit reinen Flüssigkeiten oder Gasen unter Fluidisierung des Filterbettes durchgeführt wird.
- 10) Filter zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 9), dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführleitung ^(W) für das Waschmedium unterhalb des Stützsiebes (3) mündet.
- 11) Filter zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuflußleitung (W) für das Waschmedium im Inneren des Filters abwärts gegen dessen Boden geführt ist.
- 12) Filter zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 9 und nach den Ansprüchen 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Öffnung für die Austrittsleitung (W') für das Waschmedium unterhalb des Siebes (2) befindet.
- 13) Filter nach den Ansprüchen 1 - 8 und 10 - 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitungen (R, F, W, W') ventilge-regelt sind.

009839/0484

BAD ORIGINAL

13.

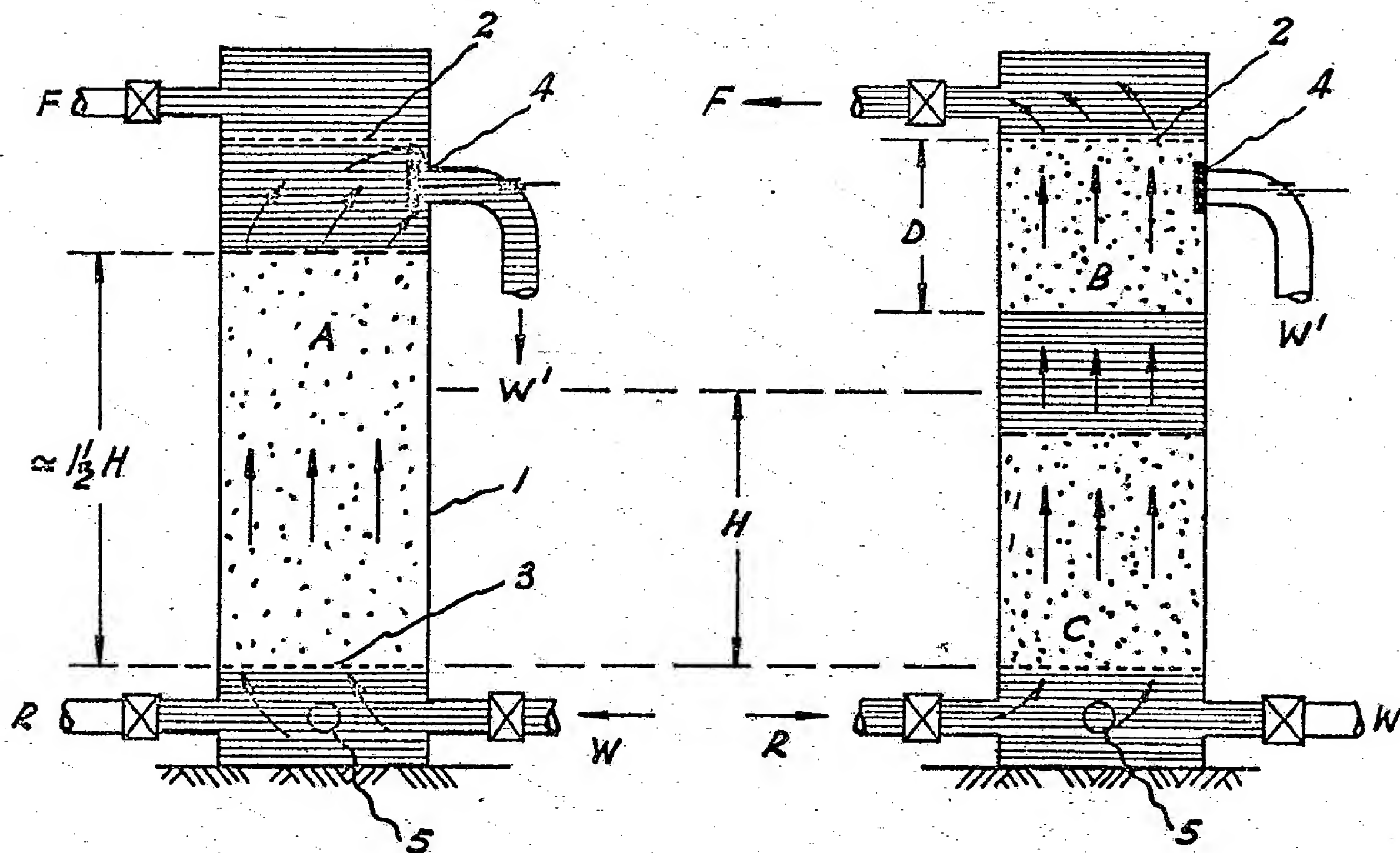


Fig. 1.

Fig. 2.

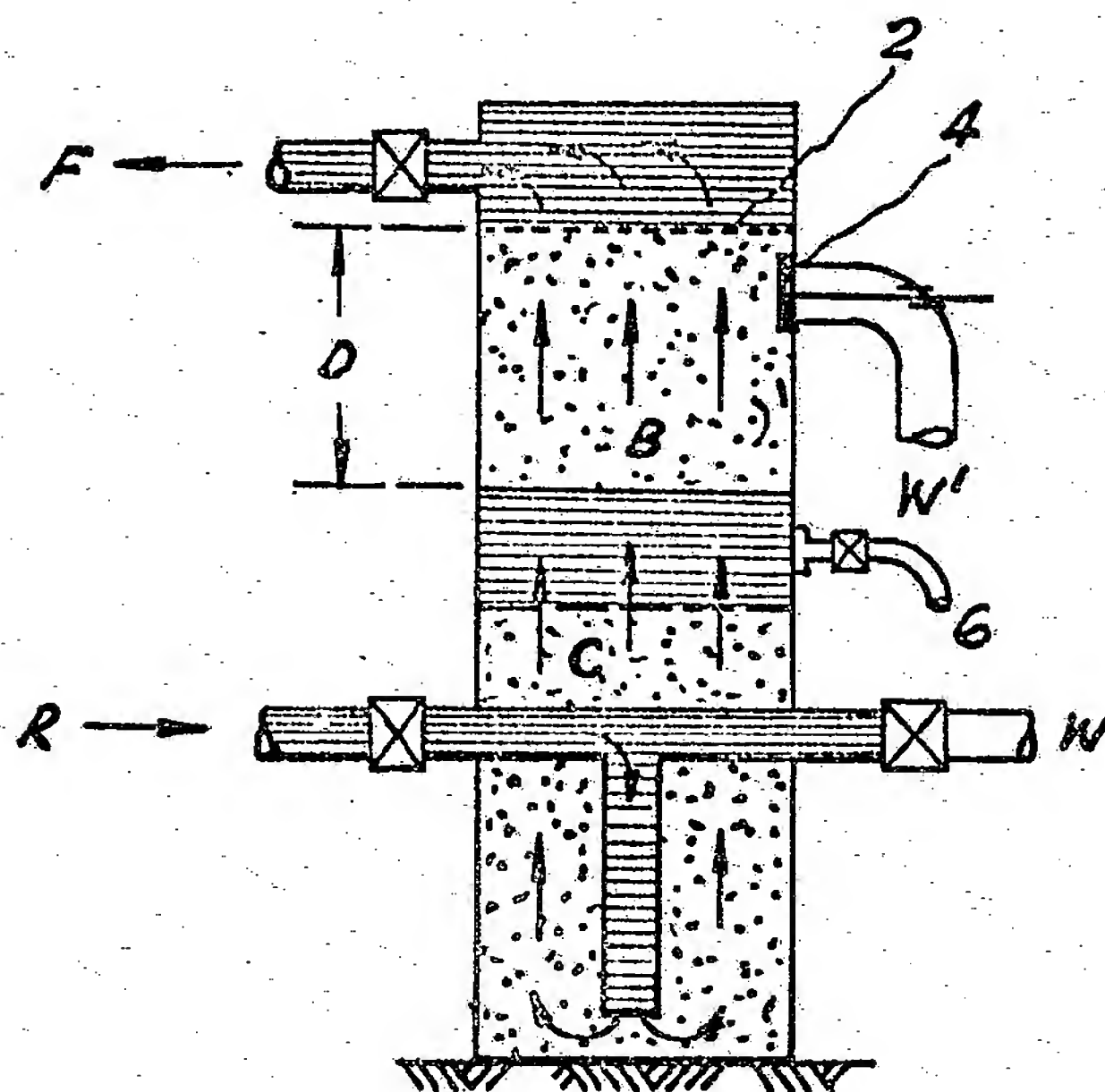


Fig. 3.